

上海技物所低维材料红外探测器件的非对称光耦合研究获进展

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/11069.html>

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

近日，中国科学院上海技术物理研究所研究员周靖、陈效双和陆卫团队提出了等离激元纳米谐振腔非对称集成的石墨烯红外探测器件，揭示了该复合结构器件高对比度非对称光耦合的原理，验证了基于非对称光耦合突破金属-低维材料-金属探测结构的两大瓶颈问题，实现了泛光照射下显著的自驱动光响应，超越常规的等离激元耦合光栅1个量级。相关结果发表于《碳》（Carbon 170, 49 (2020)）杂志。

低维材料（如二维材料、纳米线等）凭借不同寻常的优异光电特性引起了广泛研究，有望成为高性能探测器件的光敏材料。最常见的低维材料光电探测器件结构就是金属-低维材料-金属的结构。在低功耗、低暗电流的零偏压工作模式下，器件的光响应主要来源于低维材料与金属电极交界处的类肖特基结。当入射光局域地照射在低维材料与金属电极的交界处时，光伏、光热电等物理机制会诱导出宏观的光电流。金属-低维材料-金属的器件结构简单，不影响材料本身的优异特性，而且便于和不同的系统集成。但这种器件有两个主要瓶颈问题：一是在均匀的泛光照射下低维材料与两端金属的接触结产生大小相近、方向相反的光电流；两者互相抵消，使器件没有净的光响应。采用异种金属电极是一般的解决方案，但是制备异种金属电极通常需要额外的工艺步骤，增加了制备复杂性，以及低维材料被污染、损坏的可能性。二是二维材料、纳米线等低维材料尺度与光波长有较大差距，严重制约了光吸收效率，特别是低维材料与金属接触结的光吸收。利用微纳光子结构产生与低维探测材料交叠的亚波长局域强光场，从而提高低维材料与光的相互作用是一个有效的增强光吸收的途径，相关研究吸引了国际关注。那么，是否能够利用微纳光子结构诱导金属-低维材料-金属结构中非对称的光耦合，增强一端光敏材料-金属接触结的光吸收，并抑制另一端光敏材料-金属接触结的光吸收，同时解决金属-低维材料-金属器件的两大瓶颈问题而且不影响低维材料原有的光电特性，就具有重要研究意义。

为解决这一难题，上海技物所红外物理国家重点实验室周靖、陈效双和陆卫团队提出了等离激元纳米谐振腔非对称集成的金属-低维材料-金属器件，并对其红外光响应进行了研究。以最常见的石墨烯为例，研究组把等离激元纳米谐振腔与金属-石墨烯-金属的光探测结构进行非对称集成，实现两端石墨烯-电极交界处光响应105倍的差距（图1（b，c）），以及泛光照射下器件整体的显著净响应。该复合结构比一般等离激元耦合光栅对于石墨烯光响应的提升高出1个量级（图1（d，e））。此外，光响应谱能够通过结构参数自由调控（图1（a，b））；响应时间小于几个微秒（图1（c，d））；等离激元纳米谐振腔的一部分同时作为栅极能够对石墨烯的光响应进行有效调控。

该研究提出了同时解决金属-低维材料-金属器件的零偏压工作模式两大瓶颈问题的新方法，有望

推动低维材料光探测的发展。博士生郭尚坤为第一作者，周靖和陈效双为通讯作者。该研究工作得到了国家重点研发计划、国家自然科学基金项目、中科院相关项目以及上海市科委计划项目的支持。

图1. (a) 等离激元纳米谐振腔非对称集成的石墨烯红外探测器件示意图。(b) 空间可分辨的光电测试示意图。(c) 有光学天线集成的电极以及无光学天线的电极附近自驱动光响的波形图。(d, e) 泛光照射下等离激元纳米谐振腔非对称集成的石墨烯红外探测器以及等离激元耦合光栅非对称集成的石墨烯红外探测器的示意图，以及两个器件的红外光响应率谱。

图2. (a) 不同线宽的光学天线阵列的SEM照片。(b) 由不同线宽的光学天线构成的等离激元纳

米谐振腔诱导的石墨烯红外光响应谱。(c) 10
kHz调制下1.55微米入射光激发的光响应波形。(d) 30
kHz调制下1.55微米入射光激发的光响应波形。

研究团队单位：上海技术物理研究所

更多 科学进展 请访问 <https://www.iikx.com/news/progress/>

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，[爱科学iikx.com](https://www.iikx.com)转发